

Pengaruh Bahan Pengemas terhadap Mutu Beras Padi Aromatik selama Penyimpanan

Jumali, S. Dewi Indrasari, dan Bram Kusbiantoro

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
Jl. Raya 9, Sukamandi, Subang, Jawa Barat

ABSTRACT. Effect of Packaging Materials on Quality of Aromatic Rice During Storage. Research on the effect of packaging material for aromatic rice quality and its life storage was carried out. The aromatic rice varieties i.e Pandanwangi, Sintanur and Mentikwangi (each 750 kg) were dried in box dryer at 45°C for 12 hours. The dried paddy was milled at commercial milling to produce milled rice. The milled rice then were packed in high density polypropylene (HDPP), super bag and plastic sac. Factorial treatments were arranged in a completely randomized design, replicated thrice. The first factor was aromatic rice varieties (Sintanur, Mentikwangi and Pandanwangi) and the second factor was packaging material (superbag, high density polypropylene (HDPP) and plastic sac). Each treatment consisted of 5-7 kg of milled rice, kept in the room condition for six months. The physical, chemical characteristic, organoleptic test, and flavor composition were observed at the beginning, the middle and the end of storage. The result showed that physical quality of rice decreased parallel with the duration of storage. The whiteness, transparency and milling degree of rice kernel decreased as the period of storage increased. The infestation of insect in storage was found at 60 days after storing (at the second month) and tended to decrease parallel with insect life cycle. The used of plastic sac as packaging was invested by insect more than those of super bag and high density polypropylene. Therefore plastic sac was not recommended for packaging of aromatic rice at room condition. Organoleptic test indicated that cooked quality of aromatic rice decreased parallel with storing time. Based on colour, aroma, taste and texture, aromatic rice should be consumed within 90 days. After 90 days, the colour, aroma, taste and texture of the cooked rice was less preferred by panelis. The uses of plastic sac to pack aromatic rice produced cooked rice less preferable than those of super bag and high density polypropylene plastic.

Key words: rice, aromatic, packaging, storage.

ABSTRAK. Penelitian pengaruh jenis pengemas dan varietas gabah aromatik terhadap mutu dan daya simpan beras dilakukan pada tahun 2009. Gabah dari tiga varietas aromatik, yaitu Pandanwangi, Sintanur, dan Mentikwangi, masing-masing sebanyak 750 kg GKP yang berasal dari Kabupaten Garut, Cianjur, dan Sukoharjo dikeringkan di Bagian Prosesing BB Padi menggunakan mesin pengering jenis box (*box dryer*) pada suhu <45°C untuk diproses lebih lanjut sebagai bahan dasar penelitian. Rancangan penelitian adalah acak lengkap dengan faktor perlakuan varietas (Mentikwangi, Sintanur, dan Pandanwangi) dan jenis pengemas (plastik *high density polypropilen* (HDPP), super bag, dan karung plastik), diulang tiga kali. Berat beras giling tiap kemasan berkisar antara 5-7 kg. Beras yang sudah dikemas selanjutnya disimpan di ruang penyimpanan selama 6 bulan. Pengamatan karakteristik mutu fisik beras, uji organoleptik nasi, mutu kimia dan flavor nasi ketiga varietas beras dilakukan pada awal (penyimpanan bulan pertama), tengah (penyimpanan bulan ketiga), dan akhir masa simpan (penyimpanan bulan keenam). Hasil penelitian menunjukkan, secara fisik mutu beras semakin menurun seiring dengan lama simpannya. Komponen mutu fisik beras yang meliputi derajat putih, transparansi, dan *milling degree* semakin menurun dengan semakin lamanya masa simpan.

Investasi hama gudang pada beras aromatik mulai terjadi pada penyimpanan bulan kedua (60 hari) dan cenderung turun bersamaan dengan siklus hidupnya. Penggunaan pengemas jenis karung plastik cenderung lebih mudah diinvestasi hama gudang dibandingkan dengan *super bag* (kantong semar) dan polipropilen densitas tinggi (0,8 mm), sehingga tidak dianjurkan untuk menyimpan beras aromatik pada kondisi dan suhu kamar. Uji organoleptik mengindikasikan nasi dari beras aromatik mengalami degradasi seiring dengan masa simpannya. Baik dari segi warna, aroma, rasa, dan kepulenan nasinya, beras aromatik masih layak dikonsumsi hingga bulan ketiga masa simpan. Penggunaan karung plastik sebagai bahan pengemas menghasilkan beras dengan nasi relatif kurang disukai oleh panelis dibandingkan dengan *super bag* (kantong semar) dan polipropilen densitas tinggi.

Kata kunci: beras, aromatik, pengemas, penyimpanan.

Untuk memperoleh beras bermutu baik, mutu gabah petani harus ditingkatkan melalui penerapan teknologi mulai dari tahap pertanaman, penanganan pascapanen, sampai prosesing. Peningkatan mutu gabah akan diikuti oleh peningkatan nilai tambah, karena gabah bermutu akan menghasilkan beras dengan rendemen giling lebih tinggi dan mutu beras yang lebih baik, sehingga nilai jualnya akan meningkat (Suherman 1999).

Sebagian konsumen, terutama golongan menengah ke atas, menyukai beras dengan aroma nasi yang wangi. Umumnya beras dengan aroma nasi wangi mendapat preferensi lebih tinggi dibanding beras yang tidak wangi. Aroma wangi pada beras dapat dipertahankan dengan berbagai cara antara lain: 1) penggunaan bahan pengemas yang sesuai, 2) teknik pengolahan gabah yang benar, dan 3) kondisi ruang simpan yang sesuai.

Konsumen beras pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu kelompok bawah, sedang/menengah, dan atas. Masing-masing kelompok konsumen memiliki preferensi sendiri-sendiri dalam memilih mutu beras. Untuk kelompok bawah mutu beras tidak menjadi masalah asal harganya cukup murah. Kelompok menengah merupakan konsumen yang cukup besar, menghendaki beras dengan kenampakan putih, persen butir kepala tinggi, rasa nasi pulen, dan harga terjangkau. Konsumen kelompok atas menghendaki beras kepala 100%, kenampakan putih bersih, mengkilat, rasa nasi pulen, dan beraroma wangi, sedangkan harga tidak menjadi masalah (Jumali *et al.* 2006).

Untuk mempertahankan mutu beras selama penyimpanan maka beberapa faktor yang berpengaruh perlu diperhatikan. Dalam proses pengolahan bahan pangan terjadi perubahan fisik maupun kimiawi yang dikehendaki atau tidak dikehendaki. Di samping itu, setelah melalui proses pengolahan, bahan pangan tidak stabil, terus mengalami perubahan, sehingga diperlukan pemilihan pengemasan yang tepat. Pengemasan yang tepat dapat mempertahankan mutu dan nilai gizi bahan pangan di samping meningkatkan daya simpannya (Suyitno 1996). Jumali *et al.* (2009) menyebutkan penggunaan plastik jenis HDPP (*high density polypropilene*) dapat memperlambat kenaikan kadar air dan jumlah serangga pada beras varietas Ciherang, hibrida Maro, Rokan, IR42, dan beras ketan Lusi, dibandingkan dengan pengemasan beras dalam karung plastik atau plastik jenis PP (*polypropilene*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh jenis bahan pengemas plastik terhadap mutu dan daya simpan beras aromatik selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah gabah aromatik varietas Pandanwangi, Sintanur, dan Mentikwangi, masing-masing 750 kg GKP yang berasal dari Kabupaten Garut, Cianjur, dan Sukoharjo, dikeringkan di Bagian Prosesing BB Padi untuk diproses lebih lanjut sebagai bahan dasar penelitian. Gabah dikeringkan menggunakan alat pengering *box dryer* dengan suhu pengeringan (suhu plenum) 40°C dan kecepatan aliran udara menembus tumpukan gabah rata-rata 7,4 m/menit selama \pm 10 jam. Kadar air gabah kering giling yang dihasilkan < 14% dan merupakan kadar air yang aman untuk penyimpanan.

Metode

Gabah kering digiling menjadi beras menggunakan RMU (*Rice Milling Unit*) skala komersial dengan konfigurasi alat: *husker-polisher*, proses pecah kulit dan penyosohan beras pecah kulit (BPK) dilakukan dua kali. Ketiga beras giling yang dihasilkan dari varietas Mentikwangi, Sintanur, dan Pandanwangi dikemas dengan tiga jenis pengemas plastik yang berbeda, yaitu polipropilen densitas tinggi (*high density polypropilene*, HDPP), *super bag* (kantong semar), dan karung plastik.

Rancangan penelitian adalah acak lengkap dengan faktor perlakuan tiga jenis beras aromatik (Mentikwangi, Sintanur, dan Pandanwangi) dan jenis pengemas plastik yaitu plastik *high density polipropilen* (HDPP), *super bag*

dan karung plastik. Penelitian diulang tiga kali. Bobot beras giling tiap kemasan berkisar antara 5-7 kg. Beras yang sudah dikemas disimpan di ruang penyimpanan pada kondisi dan suhu kamar selama 6 bulan. Total beras dalam ruang penyimpanan adalah 3 (jenis beras aromatik) x 3 (jenis pengemas) x 3 (ulangan) x 6 (bulan) = 162 kemasan.

Pengamatan karakteristik mutu fisik beras (kadar air, derajat putih, dan derajat sosoh) dilakukan dengan metode/cara uji SNI No. 01-6128-1999 (Pusat Standardisasi dan Akreditasi 1999). Hama gudang diamati langsung. Analisis protein dilakukan dengan metode Mikro Kjehldal (AOAC 2000), sifat fisikokimia (amilosa, konsistensi gel, suhu gelatinisasi, nisbah penyerapan air (NPA), nisbah pengembangan volume (NPV) menurut Dela Cruz (2002). Data disajikan dalam bentuk rata-rata. Uji beda rata-rata ditentukan dengan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Uji organoleptik terhadap nasi ketiga varietas beras aromatik menggunakan metode hedonik dan skoring (Meilgaard *et al.* 1999). Sebanyak 30 orang panelis semi terlatih digunakan dalam uji ini. Pengamatan dilakukan setiap bulan selama 6 bulan penyimpanan. Analisis komponen volatil beras menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) merk Agilent 7500 Series ICP-MS dengan kolom DB-Wax tipe Agilent BC7890A,5975C inert XL EI/CL MSD. Komponen volatil diidentifikasi dengan membandingkan pola fragmentasi sampel dengan pola fragmentasi NIST (*National Institute of Standards and Technology*). Kandungan senyawa volatil dihitung secara semi kuantitatif. Analisis komponen volatil beras aromatik dilaksanakan pada saat awal (1 bulan), tengah (3 bulan), dan akhir masa simpan (6 bulan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik Beras

Kadar air beras ketiga varietas yang dikemas pada tiga macam jenis pengemas plastik yang berbeda berkisar antara 11,9-12,7%, masih di bawah 14% (Tabel 1). Hama gudang yang dominan menginfestasi beras selama penyimpanan adalah jenis kalandra. Semakin lama beras disimpan pada suhu kamar semakin meningkat infestasi hama gudang. Hingga pada bulan pertama penyimpanan (30 hari) belum ditemukan hama gudang dewasa maupun larva/ulat. Hal ini menunjukkan bahwa jenis pengemas plastik polipropilen, *super bag* (kantong semar), dan karung plastik yang digunakan masih tahan terhadap serangan hama gudang.

Komponen mutu fisik beras lainnya yang berperan penting dalam penerimaan konsumen adalah derajat giling (*milling degree*). Nilai derajat giling diukur dengan *milling meter*. Penilaian dengan alat ini bersifat relatif dibandingkan dengan kristal BaSO₄ yang mempunyai nilai skala derajat giling 0-190. Nilai derajat giling beras aromatik dari semua perlakuan varietas dan jenis pengemas berkisar antara 104,3 (Pandanwangi, Karung) hingga 113,8 (Mentikwangi, Polipropilen). Dari Tabel 1 diketahui bahwa pada varietas yang sama, penggunaan kantong semar lebih baik dibandingkan dengan pengemas lainnya.

Warna (derajat putih) merupakan komponen mutu fisik beras yang pertama kali dapat diindera oleh konsumen. Warna beras pada penelitian ini bersifat relatif, karena dibandingkan dengan warna putih kristal BaSO₄ pada alat *milling meter* skala 87. Nilai derajat putih beras aromatik dari semua perlakuan varietas dan jenis

pengemas berkisar antara 42,8 (Sintanur, Karung) hingga 45,7 (Mentikwangi, Polipropilen). Dari segi warna (derajat putih) dan derajat sosoh (*milling degree*), hingga bulan pertama penyimpanan nampak beras aromatik Mentikwangi yang dikemas dengan plastik polipropilen lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Penyimpanan hingga bulan ketiga (tengah simpan) menunjukkan sedikit peningkatan terhadap kadar air beras varietas Sintanur dan Mentikwangi, tetapi menurun pada varietas Pandanwangi (Tabel 3). Jumlah hama dewasa dan larva pada varietas Sintanur dan Mentikwangi mengalami peningkatan, sedangkan pada varietas Pandanwangi menurun. Penurunan ini diduga karena banyak hama dewasa dan larva yang mati setelah melewati siklus hidupnya. Beberapa perlakuan mengalami peningkatan hama dewasa dan larva karena telur yang ada sudah mulai menetas dan berkembang biak dalam kemasan. Namun beras Mentikwangi yang

Tabel 1. Pengaruh varietas dan pengemasan terhadap karakteristik fisik beras aromatik pada awal simpan.

Perlakuan	Kadar air (%)	Hama (ekor/ 100 g beras)	Larva (ekor/ 100 g beras)	Derajat putih	Transparansi	<i>Milling degree</i>
Sintanur						
Polipropilen	12,0 b	0	0	43,6 c	2,38 b	106,3 d
Kantong Semar	12,6 cd	0	0	43,6 c	2,37 b	106,4 e
Karung	12,5 c	0	0	42,8 a	2,29 a	103,6 a
Mentikwangi						
Polipropilen	11,9 a	0	0	45,7 f	2,51 d	113,8 i
Kantong Semar	12,0 b	0	0	45,4 e	2,54 e	113,2 h
Karung	12,7 cd	0	0	45,3 d	2,56 e	111,2 g
Pandanwangi						
Polipropilen	12,6 cd	0	0	43,5 c	2,45 c	106,5 f
Kantong Semar	12,6 cd	0	0	43,5 c	2,31 a	105,2 c
Karung	11,9 a	0	0	43,3 b	2,29 a	104,3 b

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

Tabel 2. Pengaruh varietas dan pengemasan terhadap karakteristik fisik beras aromatik pada tengah simpan (3 bulan).

Perlakuan	Kadar air (%)	Hama (ekor/ 100 g beras)	Larva (ekor/ 100 g beras)	Derajat putih	Transparansi	<i>Milling degree</i>
Sintanur						
Polipropilen	13,3 g	2 c	0 a	42,7 b	2,2 a	102,5 c
Kantong semar	13,3 g	2 c	2 c	42,7 b	2,2 a	103,0 d
Karung	12,2 d	1 b	1 b	42,1 a	2,17 a	100,0 a
Mentikwangi						
Polipropilen	12,3 e	1 b	3 d	45,2 c	2,47 b	109,4 h
Kantong semar	12,9 f	0 a	0 a	45,2 c	2,48 b	108,7 g
Karung	12,3 e	2 c	1 b	45,2 c	2,44 b	107,1 f
Pandanwangi						
Polipropilen	11,9 c	3 d	0 a	42,9 b	2,19 a	103,3 e
Kantong semar	11,7 a	3 d	0 a	42,9 b	2,19 a	103,4 e
Karung	11,8 b	7 e	0 a	42,7 b	2,17 a	102,1 b

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

Tabel 3. Pengaruh varietas dan pengemasan terhadap karakteristik fisik beras aromatik pada akhir simpan (6 bulan).

Perlakuan	Kadar air (%)	Hama (ekor/100 g beras)	Larva (ekor/100 g beras)	Derajat putih	Transparansi	Milling degree
Sintanur						
Polipropilen	11,9 b	4 b	0 a	40,7 c	1,93 b	95,1 c
Kantong semar	11,6 a	3 a	0 a	40,6 bc	1,93 b	95,8 d
Karung	11,5 a	5 c	0 a	40,4 b	1,93 b	94,2 b
Mentikwangi						
Polipropilen	12,2 c	7 d	0 a	41,5 d	1,97 c	99,7 g
Kantong semar	12,2 c	3 a	0 a	41,7 f	1,97 c	99,5 g
Karung	11,6 a	3 a	0 a	41,2 d	1,93 b	96,2 f
Pandanwangi						
Polipropilen	12,2 c	3 a	0 a	40,6 bc	1,92 ab	95,6 d
Kantong semar	11,6 a	3 a	0 a	40,6 bc	1,92 ab	95,9 e
Karung	12,2 c	3 a	1 b	38,8 a	1,90 a	89,5 a

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

dikemas dengan *super bag* (kantong semar) hingga penyimpanan bulan ketiga belum terinvestasi hama gudang dan larva/ulat belum berkembangbiak. Dengan kata lain penggunaan pengemas *super bag* (kantong semar) hingga bulan ketiga relatif aman.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hingga penyimpanan bulan ketiga, penampakan beras mulai kurang menarik. Hal ini ditunjukkan oleh semakin menurunnya nilai derajat putih, transparansi, dan *milling degree* beras. Keadaan ini diduga karena aktivitas hama dewasa yang menyebabkan banyak butiran beras yang rusak. Beras yang sebagian besar mengandung pati menjadi sumber makanan bagi hama dewasa di dalam kemasan.

Pengaruh varietas dan jenis pengemas terhadap karakteristik fisik beras pada bulan ke enam penyimpanan (akhir penyimpanan) disajikan pada Tabel 3. Kadar air beras hingga akhir penyimpanan relatif aman berkisar antara 11,5% (Sintanur, Karung) hingga 12,2% (Mentikwangi, Kantong Semar, Polipropilen, dan Pandanwangi, Karung), kurang dari 14%.

Jumlah hama dewasa dan larva pada semua perlakuan cenderung menurun hingga akhir penyimpanan. Hal ini disebabkan hama gudang banyak yang mati karena telah melampaui siklus kehidupan. Demikian juga larva/ulat, sudah banyak yang berubah menjadi hama dewasa. Jumlah hama dewasa untuk semua perlakuan pada akhir penyimpanan berkisar antara 3 ekor hingga 7 ekor/100 g beras, sedangkan jumlah larva/ulat berkisar antara 0 (tidak ada) hingga 1 ekor/100 g beras. Noomhorm *et al.* (2009) menyatakan penggunaan gas karbondioksida (CO₂) bertekanan, efektif mengendalikan populasi *Sitophilus zeamais*, baik pada stadia anakan maupun pupa.

Pada akhir penyimpanan, penampakan fisik beras yang meliputi derajat putih, transparansi, dan *milling degree* (derajat sosoh) nyata menurun. Rata-rata nilai derajat putih beras aromatik pada semua perlakuan berkisar antara 38,8 (Pandanwangi, Karung) hingga 41,7 (Mentikwangi, Kantong Semar), nilai *milling degree* berkisar antara 89,5 (Pandanwangi, Karung) hingga 99,7 (Mentikwangi, Polipropilen). Data pada Tabel 3 mengindikasikan bahwa penggunaan karung plastik pada semua varietas hingga akhir penyimpanan menghasilkan beras yang kurang menarik dibandingkan dengan pengemas kantong semar (*super bag*) maupun plastik polipropilen densitas tinggi (0,8 mm). Hal ini ditandai oleh rendahnya nilai derajat putih dan *milling degree*. Hingga akhir masa simpan, kadar air beras masih relatif rendah dan aman untuk penyimpanan, kurang dari 14%.

Karakteristik Fisikokimia Beras

Varietas Pandanwangi, Sintanur dan Mentikwangi mempunyai suhu gelatinisasi antara sedang sampai tinggi dengan konsistensi gel lunak (Tabel 4). Nisbah penyerapan air (NPA) sampel beras pada awal simpan berkisar antara 2,64-2,80 dan nisbah pengembangan volume (NPV) berkisar antara 2,78-2,89. Ini menunjukkan, apabila ditanak menjadi nasi, maka beras ketiga varietas tersebut akan menyerap air dan mengembang sekitar 2,8 kali dibandingkan dengan ukuran semula.

Rata-rata kadar amilosa sampel beras yang dianalisis berkisar antara 18,36-21,40%, yang berarti ketiga beras tersebut agak pulen.

Setelah mengalami penyimpanan selama 3 bulan, beras yang dikemas dengan *super bag* (kantong semar),

karung plastik, dan polipropilen densitas tinggi (0,8 mm) tidak mengalami perubahan suhu gelatinisasi, terletak antara sedang-tinggi (rata-rata skor penilaian 3-5) dengan konsistensi gel lunak (65-68 mm) (Tabel 5). Artinya apabila ditanak dan setelah dingin tekstur nasi beras tersebut tetap lunak (tidak mengeras). Semakin rendah nilai konsistensi gel semakin keras tekstur nasi setelah dingin.

Beras aromatik dari semua perlakuan apabila ditanak menjadi nasi akan menyerap air dan mengembang 2,6-3,01 kali dibanding sebelum ditanak. Kadar amilosa beras dari semua perlakuan berkisar antara 17,46-

21,75%, berarti tekstur nasinya pulen sampai agak pulen. Kadar protein beras dari semua perlakuan hingga pertengahan masa simpan berkisar antara 8,24-8,86%.

Setelah mengalami penyimpanan selama 6 bulan, beras aromatik yang dikemas dalam *super bag* (kantong semar), karung plastik, dan polipropilen densitas tinggi (0,8 mm) tidak mengalami perubahan pada suhu gelatinisasinya, terletak antara sedang-tinggi (rata-rata skor penilaian 3-5) dengan konsistensi gel lunak (65-69,3 mm). Artinya, apabila ditanak dan setelah dingin tekstur nasi beras tersebut tetap lunak (tidak mengeras).

Tabel 4. Pengaruh varietas terhadap karakteristik fisikokimia beras aromatik pada awal simpan.

Varietas	Suhu gel		Konsistensi		NPA	NPV	Amilosa (%)	Protein (%)
	skor	°C	mm	Ket.				
Pandanwangi	5	sedang	66,70	lunak	2,80	2,78	21,40	8,25
Sintanur	3	tinggi	66,68	lunak	2,64	2,89	18,36	8,87
Mentikwngi	5	sedang	64,33	lunak	2,70	2,80	19,10	8,26

NPA = Nisbah penyerapan air, NPV = Nisbah pengembangan volume

Tabel 5. Pengaruh varietas dan pengemasan terhadap karakteristik fisikokimia beras aromatik pada tengah simpan (3 bulan).

Perlakuan		Suhu gel		Konsistensi		NPA	NPV	Amilosa (%)	Protein (%)
		Skor	°C	mm	Ket.				
Pandanwangi	Polipropilen	5 b	sedang	66,9 c	lunak	2,80 bc	2,69 a	21,73 g	8,25 ab
	Karung	5 b	sedang	67,0 c	lunak	2,83 c	2,78 b	21,80 h	8,25 ab
	Kantong Semar	5 b	sedang	68,0 e	lunak	2,84 c	2,71 a	21,75 g	8,24 a
Sintanur	Polipropilen	3 a	tinggi	67,3 d	lunak	2,56 a	2,81 c	18,20 c	8,84 e
	Karung	3 a	tinggi	66,0 b	lunak	2,60 a	3,01 f	17,97 b	8,80 d
	Kantong Semar	3 a	tinggi	67,3 d	lunak	2,62 a	2,92 d	17,46 a	8,86 e
Mentikwngi	Polipropilen	5 b	sedang	68,0 e	lunak	2,65 a	2,98 e	18,52 d	8,27 bc
	Karung	5 b	sedang	67,3 d	lunak	2,67 ab	2,92 d	19,73 f	8,25 ab
	Kantong Semar	5 b	sedang	65,0 a	lunak	2,81 c	2,96 e	18,65 e	8,28 c

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

NPA = Nisbah penyerapan air, NPV = Nisbah pengembangan volume

Tabel 6. Pengaruh varietas dan pengemasan terhadap karakteristik fisikokimia beras aromatik pada akhir simpan (6 bulan).

Perlakuan		Suhu gel		Konsistensi		NPA	NPV	Amilosa (%)	Protein (%)
		Skor	°C	mm	Ket.				
Pandanwangi	Polipropilen	5 b	sedang	67,0 c	lunak	2,80 d	2,69 a	21,73 g	8,25 bc
	Karung	5 b	sedang	67,0 c	lunak	2,83 de	2,78 c	21,80 h	8,25 bc
	Kantong Semar	5 b	sedang	68,0 e	lunak	2,84 e	2,71 ab	21,75 g	8,24 b
Sintanur	Polipropilen	3 a	tinggi	67,0 c	lunak	2,60 b	3,02 f	18,94 c	8,85 d
	Karung	3 a	tinggi	68,3 f	lunak	2,54 a	2,85 d	18,20 b	8,88 e
	Kantong Semar	3 a	tinggi	69,3 g	lunak	2,55 a	2,92 e	17,81 a	8,87 de
Mentikwngi	Polipropilen	5 b	sedang	64,3 a	lunak	2,67 c	2,73 b	19,67 e	8,19 a
	Karung	5 b	sedang	65,0 b	lunak	2,67 c	2,73 b	19,94 f	8,24 b
	Kantong Semar	5 b	sedang	67,7 d	lunak	2,67 c	2,77 c	19,23 d	8,27 c

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

NPA = Nisbah penyerapan air, NPV = Nisbah pengembangan volume

Uji Organoleptik

Data organoleptik nasi beras varietas Sintanur, Mentikwangi, dan Pandanwangi yang dikemas dengan *super bag* (Kantong Semar), polipropilen densitas tinggi dan karung plastik pada awal masa simpan disajikan pada Tabel 7.

Pada bulan pertama penyimpanan, warna nasi beras aromatik yang diuji masih bagus. Panelis memberikan penilaian pada kriteria warna nasi antara putih sampai agak putih (sedang). Namun ada yang menyatakan warna nasi sangat putih. Jumlah panelis yang menyatakan nasi berwarna putih pada semua perlakuan

Tabel 7. Pengaruh varietas dan penyimpanan terhadap skor organoleptik nasi pada awal simpan (n = 30).

Perlakuan	Skor	Warna (%)	Aroma (%)	Rasa (%)	Kepulen (%)	Umum (%)
Sintanur						
Kantong semar	1	0	0	0	0	0
	2	57	53	53	50	53
	3	43	47	47	50	47
Polipropilen	1	0	0	0	0	0
	2	70	60	57	53	50
	3	30	40	43	47	50
Karung	1	0	0	0	0	0
	2	40	53	47	50	53
	3	60	47	53	50	47
Mentikwangi						
Kantong semar	1	20	0	0	0	0
	2	50	57	53	53	57
	3	30	43	47	47	43
Polipropilen	1	20	0	0	0	0
	2	50	57	60	57	57
	3	30	43	40	43	43
Karung	1	0	0	0	0	0
	2	53	43	50	50	53
	3	47	57	50	50	47
Pandanwangi						
Kantong semar	1	0	0	0	0	0
	2	60	60	53	50	53
	3	40	40	47	50	47
Polipropilen	1	0	0	0	0	0
	2	60	57	50	53	50
	3	40	43	50	47	50
Karung	1	0	0	0	0	0
	2	53	47	43	50	47
	3	47	53	57	50	53

Warna: 1 = sangat putih, 2 = putih, 3 = agak putih, 4 = kusam, 5 = gelap;	Aroma: 1 = sangat wangi 2 = wangi 3 = agak wangi 4 = netral 5 = bau tidak enak	Rasa: 1 = sangat suka 2 = suka 3 = sedang 4 = tidak suka 5 = sangat tidak suka;
Kepulen: 1 = lengket, 2 = pulen, 3 = sedang, 4 = pera, 5 = sangat pera;	Keseluruhan: 1 = sangat suka, 2 = suka, 3 = biasa, 4 = tidak suka, 5 = sangat tidak suka	

berkisar antara 53-70%, agak putih (sedang) 30-60%, dan yang menyatakan putih 0-20%.

Aroma nasi beras aromatik dari semua perlakuan berkisar antara wangi sampai agak wangi. Tak satu pun panelis yang menilai aroma nasi sangat wangi. Jumlah panelis yang menyatakan nasi beraroma wangi untuk semua perlakuan berkisar antara 47-60% dan agak wangi 40-57% (Tabel 7). Hal ini menunjukkan senyawa volatil yang menyusun aroma wangi pada beras Sintanur, Mentikwangi, dan Pandanwangi masih ada dalam butiran beras hingga bulan pertama penyimpanan (30 hari).

Komponen mutu organoleptik beras yang berperan penting terhadap mutu secara keseluruhan adalah rasa. Data pada Tabel 7 menunjukkan, hingga pada bulan pertama penyimpanan (30 hari), rasa nasi beras aromatik yang diuji masih disukai oleh panelis. Jumlah panelis yang menyatakan suka terhadap rasa nasi beras dari semua perlakuan berkisar antara 43-60%, dan agak suka (sedang) 40-57%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hingga pada penyimpanan bulan pertama rasa nasi beras masih enak.

Secara keseluruhan (penerimaan umum) baik dari segi warna, aroma, rasa maupun kepulen nasi, panelis menyatakan suka sampai agak suka terhadap nasi tersebut. Jumlah panelis yang menyatakan suka terhadap nasi beras aromatik pada semua perlakuan berkisar antara 47-57%, dan agak suka 43-53%. Tak satupun panelis yang menyatakan sangat suka terhadap beras aromatik.

Setelah tiga bulan penyimpanan, warna nasi dari semua perlakuan menjadi kurang putih dibanding bulan pertama penyimpanan (Tabel 8). Panelis menilai warna nasi menjadi agak putih (sedang) sampai kusam. Jumlah panelis yang menyatakan warna nasi masih tetap berwarna putih berkisar 0-40%, agak putih (sedang) 50-60%, dan kusam 3-43%.

Selain warna, perubahan organoleptik yang terjadi adalah berkurangnya cita rasa nasi. Setelah tiga bulan penyimpanan, rasa nasi relatif kurang disukai panelis. Sebagian besar panelis memberikan penilaian terhadap rasa nasi antara sedang (agak suka) sampai tidak suka. Tak satu pun panelis menyatakan masih menyukainya. Jumlah panelis yang menyatakan agak suka terhadap rasa nasi pada semua perlakuan berkisar antara 53-60%, dan tidak suka 33-43%. Penurunan cita rasa ini diduga disebabkan oleh aktivitas serangga/hama gudang selama penyimpanan beras. Faktor penyebab lainnya adalah adanya oksigen dalam beras yang menyebabkan oksidasi pada lemak, sehingga menimbulkan aroma dan cita rasa yang kurang enak (*rancidity*).

Aroma wangi nasi mulai berkurang pada penyimpanan bulan ketiga (tengah disimpan). Sebagian

besar panelis menyatakan nasi beraroma agak wangi sampai tidak wangi (netral), sebagian menyatakan bau tidak enak. Jumlah panelis yang menilai agak wangi (sedang) terhadap aroma nasi pada semua perlakuan berkisar antara 40-66%, netral 33-56%, terdapat bau tidak enak 0-7%. Penurunan aroma ini disebabkan oleh aroma

Tabel 8. Pengaruh varietas dan pengemasan terhadap skor organoleptik nasi tengah simpan (n = 30).

Perlakuan	Skor	Warna (%)	Aroma (%)	Rasa (%)	Kepulenanan (%)	Umum (%)
Sintanur						
Kantong semar	2	37	0	0	17	3
	3	63	60	57	67	80
	4	0	33	43	16	17
	5	0	7	0	0	0
Polipropilen	2	30	0	0	13	0
	3	63	66	57	67	83
	4	7	34	40	20	17
Karung	5	0	0	3	0	0
	2	15	0	0	13	0
	3	60	50	53	60	77
Mentikwangi	4	25	43	40	20	23
	5	0	7	7	7	0
	2	40	0	0	17	0
Kantong Semar	3	57	63	60	70	87
	4	3	37	37	13	13
	5	0	0	3	0	0
	2	40	0	0	17	0
Polipropilen	3	50	63	57	70	87
	4	10	37	43	13	13
	5	0	0	0	0	0
Karung	2	13	0	0	10	0
	3	67	40	60	73	83
	4	20	56	33	17	17
Pandanwangi	5	0	4	7	0	0
	2	0	0	0	10	0
	3	57	63	60	83	83
Kantong Semar	4	30	33	40	67	17
	5	13	4	0	0	0
	2	3	0	0	7	0
	3	63	60	57	83	87
Polipropilen	4	34	37	40	10	13
	5	0	3	3	0	0
	2	0	0	0	0	0
Karung	3	57	53	53	83	80
	4	43	40	40	17	20
	5	0	7	7	0	0

Warna:
1 = sangat putih,
2 = putih,
3 = agak putih,
4 = kusam,
5 = gelap;

Aroma:
1 = sangat wangi
2 = wangi
3 = agak wangi
4 = netral
5 = bau tidak enak

Rasa:
1 = sangat suka
2 = suka
3 = sedang
4 = tidak suka
5 = sangat tidak suka;

Kepulenanan:
1 = lengket,
2 = pulen,
3 = sedang,
4 = pera,
5 = sangat pera;

Keseluruhan:
1 = sangat suka,
2 = suka,
3 = biasa,
4 = tidak suka,
5 = sangat tidak suka

beras menguap selama masa simpan sehingga bila ditanak intensitas aromanya berkurang

Dari segi warna, aroma, rasa dan kepeulenanan nasi pada semua perlakuan hingga penyimpanan bulan ketiga (tengah masa simpan) dinilai panelis antara agak suka (sedang) sampai tidak suka. Jumlah panelis yang menyatakan agak suka (sedang) berkisar antara 77-87%, dan tidak suka 13-23%.

Pada akhir masa simpan, warna nasi pada semua perlakuan menjadi lebih kusam, bahkan sangat kusam (Tabel 9). Jumlah panelis yang menyatakan warna nasi agak putih (sedang) berkisar antara 1-10%, kusam 70-78%, dan sangat kusam 20-23%.

Tabel 9. Pengaruh varietas dan pengemasan terhadap skor organoleptik nasi akhir simpan (n = 30).

Perlakuan	Skor	Warna (%)	Aroma (%)	Rasa (%)	Kepulenanan (%)	Umum (%)
Sintanur						
Kantong semar	3	8	0	50	60	50
	4	72	72	48	35	40
	5	20	28	2	5	10
	2	30	0	60	67	50
Polipropilen	3	10	0	60	20	40
	4	70	71	40	3	10
	5	20	29	0	3	10
Karung	3	2	0	35	60	48
	4	76	77	65	30	40
	5	22	23	0	10	12
Mentikwangi						
Kantong Semar	3	3	0	70	70	50
	4	70	74	30	23	42
	5	27	26	0	7	8
Polipropilen	3	6	0	68	70	50
	4	71	73	20	30	40
	5	23	27	2	0	10
Karung	3	1	0	38	73	35
	4	78	80	50	27	50
	5	21	20	12	0	15
Pandanwangi						
Kantong Semar	3	5	0	60	68	50
	4	72	74	40	28	42
	5	23	26	0	4	8
Polipropilen	3	5	0	57	70	50
	4	73	75	43	25	40
	5	22	25	0	5	10
Karung	3	5	0	35	75	46
	4	74	77	60	20	40
	5	21	23	15	5	14

Warna:
1 = sangat putih,
2 = putih,
3 = agak putih,
4 = kusam,
5 = gelap;

Aroma:
1 = sangat wangi
2 = wangi
3 = agak wangi
4 = netral
5 = bau tidak enak

Rasa:
1 = sangat suka
2 = suka
3 = sedang
4 = tidak suka
5 = sangat tidak suka;

Kepulenanan:
1 = lengket,
2 = pulen,
3 = sedang,
4 = pera,
5 = sangat pera;

Keseluruhan:
1 = sangat suka,
2 = suka,
3 = biasa,
4 = tidak suka,
5 = sangat tidak suka

Selain warna, perubahan organoleptik yang terjadi adalah berkurangnya cita rasa nasi. Pada akhir masa simpan, rasa nasi relatif kurang disukai panelis. Sebagian besar panelis memberikan penilaian agak suka sampai tidak suka terhadap rasa nasi. Tidak satu pun panelis menyatakan suka. Jumlah panelis yang menyatakan agak suka terhadap rasa nasi berkisar antara 35-70%, tidak suka 20-65% dan sangat tidak suka 0-15%. Penurunan cita rasa ini diduga disebabkan oleh aktivitas serangga/hama gudang di dalam beras selama penyimpanan. Penyebab lainnya adalah adanya oksigen dalam beras yang menyebabkan oksidasi pada lemak sehingga menimbulkan aroma dan cita rasa yang kurang enak (*rancidity*). Hidrolisis lemak pada bahan makanan yang disimpan dalam jangka waktu relatif lama mempercepat terjadinya proses ketengikan (Suyitno 1996).

Aroma wangi pada nasi mulai berkurang pada penyimpanan bulan ketiga. Sebagian besar panelis menyatakan nasi yang diujinya beraroma agak wangi sampai tidak wangi (netral), sebagian menyatakan berbau tidak enak. Tak satu pun panelis yang menilai agak wangi (sedang) terhadap aroma nasi pada semua perlakuan hingga akhir penyimpanan. Sebagian besar (72-80%) menilai tidak wangi (netral), dan sebagian lainnya (23-29%) menyatakan terdapat bau tidak enak. Hal ini disebabkan oleh menguapnya aroma beras selama masa simpan sehingga bila ditanak intensitas aromanya berkurang. Faktor lain penyebab perubahan aroma diduga karena aktivitas hama gudang selama penyimpanan. Senyawa volatil yang ada pada beras semakin berkurang dengan semakin lamanya umur simpan, karena senyawa volatil mengalami proses penguapan. Oksigen yang ada di dalam kemasan diduga bereaksi dengan senyawa volatil melalui proses oksidasi.

Penggunaan pengemaskarung plastik relatif kurang baik dibanding jenis lainnya, terutama untuk mempertahankan aroma nasi. Pada varietas yang sama, karung plastik memberikan aroma nasi yang relatif tidak wangi dibandingkan dengan pengemas *super bag* dan polipropilen densitas tinggi (Tabel 9).

Secara umum, warna, aroma, rasa, dan kepulen nasi dari semua perlakuan hingga akhir masa simpan dinilai panelis antara agak suka (sedang) sampai tidak suka. Jumlah panelis yang menyatakan agak suka (sedang) berkisar antara 35-50%, tidak suka 40-50%, dan sangat tidak suka 10-14%.

Senyawa Volatil Beras

Maga (1984) telah mengidentifikasi komponen volatil pada beberapa varietas beras aromatik. Lebih dari 100 komponen telah teridentifikasi, termasuk hidrokarbon,

alkohol, fenol, aldehid, keton, ester, komponen heterosiklik aromatik, asam, dan komponen lainnya. Di antara komponen-komponen tersebut, alkohol, aldehid, keton, dan aromatik heterosiklik adalah komponen utama yang berkontribusi terhadap profil aroma nasi.

Hasil analisis GC-MS menunjukkan komponen volatil beras Sintanur, Mentikwangi dan Pandanwangi bervariasi. Volatil beras Sintanur terdiri atas hidrokarbon (66,0%), keton (0,1%), alkohol (9,4%), aldehid (22,8%), dan lain-lain (1,7%). Volatil beras Mentikwangi terdiri atas hidrokarbon (85,6%), keton (0,2%), alkohol (2,9%), aldehid (8,8%), dan lain-lain (2,5%). Sedangkan golongan volatil beras Pandanwangi terdiri atas hidrokarbon (71,2%), keton (4,1%), alkohol (4,1%), aldehid (17,9%), dan lain-lain (2,7%) (Tabel 10).

Senyawa volatil yang terdapat pada ketiga beras yang diuji memiliki komposisi yang beragam. Beras yang paling banyak komponen volatilnya adalah Sintanur (14), diikuti Pandanwangi (13), dan Mentikwangi (12). Toluene merupakan senyawa volatil yang konsentrasinya paling tinggi pada Sintanur (248166,5 ppb), Mentikwangi (69099,5 ppb), dan Pandanwangi (48541,3 ppb) (Tabel 10). Toluene pada beras dan nasi dideskripsikan dengan aroma *sweet, pungent, benzenelike* odor (*www. the goodscentscopy.com*). Senyawa 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) merupakan senyawa volatil yang berkontribusi memberikan aroma khas pada beras aromatik (Lin *et al.* 1990; Ahmed *et al.* 1996; Tanchotikul and Hsieh (1991). Kandungan senyawa 2-AP pada beras Mentikwangi dan Pandanwangi masing-masing 548,6 ppb dan 238,6 ppb (Tabel 10). Pada Sintanur, kandungan senyawa 2-AP tidak terdeteksi. Namun, hasil analisis sebelumnya menyatakan kandungan 2-AP pada Sintanur asal Cianjur sebesar 47,8 ppb (Kusbiantoro *et al.* 2009). Senyawa 2-AP tersebut, yang memiliki potensi memberikan aroma popcorn pada beras Asia, berhasil diidentifikasi oleh Buttery *et al.* pada tahun 1982.

Adalah kebiasaan orang Asia menambahkan daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*) saat memasak beras nonaromatik untuk memberikan aroma wangi. Peneliti menemukan korelasi yang tinggi antara 2-AP di daun pandan dan padi aromatik. Buttery *et al.* (1983) menyatakan bahwa konsentrasi 2-AP di daun pandan 10 kali lebih tinggi dibanding padi aromatik dan 100 kali lebih tinggi dibanding padi nonaromatik. Studi lain menyimpulkan bahwa konsentrasi 2-AP dalam jumlah kecil memberikan aroma pada padi aromatik (Tanchotikul and Hsieh 1991). Hasil studi Laohakunjit and Orapin (2007) menunjukkan bahwa beras nonaromatik yang dilapisi ekstrak daun pandan menghasilkan beras dengan aroma yang disenangi konsumen. Selain itu, penggunaan ekstrak daun pandan dapat mengurangi pembentukan n-heksanal pada beras

Tabel 10. Pengaruh varietas terhadap konsentrasi dan komposisi senyawa volatil beras pada awal simpan (ppb).

Senyawa Volatil	Varietas			Deskripsi odor
	Sintanur	Mentikwangi	Pandanwangi	
Hidrokarbon				
Toluene	248.167	69.099	48.541	<i>Sweet, pungent, benzenelike odor</i>
Docosane	40553	17.686		<i>Waxy</i>
Eicosane			259	<i>Waxy</i>
Naphtalene	5695	1.750	304	<i>Strong odor like mothballs</i>
Keton				
Acetophenone	414	144	2.645	<i>Sweet, floral</i>
2-Heptanone	102	83	205	<i>Fruity, floral</i>
Alkohol				
1-Dodecanol	39.102	1.342	2.389	<i>Earthy soapy waxy fatty honey coconut</i>
Phenol	184			<i>Sweet</i>
(+)-5-Methyl-2-hexanol	2.476			<i>Mushroom dusty oily</i>
1-Octen-3-ol		125	433	<i>Raw mushroom</i>
Aldehid				
Benzaldehyde	22.911		2.645	<i>Nutty, bitter</i>
Hexanal			9.484	<i>Green, grass like</i>
2-Heptenal, (E)-overtones	39.102	557	75	<i>Intense green, fatty, oily, with fruity</i>
2-Nonenal, (E)-	364	610	96	<i>Floral, citrus</i>
2-Octenal, (E)-	39.102	140		<i>Green, fatty</i>
Lain-lain				
Pyridine	6.760	2.116	1.632	<i>Pungent</i>
2-Acetyl-1-Pyroline		549	239	<i>Sweet, pleasant</i>
Indole	1012			<i>Floral</i>
Total (%)				
Hidrokarbon	66,0	85,6	71,2	
Keton	0,1	0,2	4,1	
Alkohol	9,4	2,9	4,1	
Aldehid	22,8	8,8	17,9	
Lain-lain	1,7	2,5	2,7	

selama 6 bulan penyimpanan, sehingga aroma beras tidak mudah tengik (*rancid*).

Pada penyimpanan bulan ketiga (pertengahan masa simpan), komponen senyawa volatile dari ketiga beras aromatik sudah tidak terdeteksi alat. Diduga senyawa tersebut menguap keluar dari pengemas. Hal ini berpengaruh terhadap aroma nasi pada uji organoleptik. Pada penyimpanan bulan ketiga, hampir semua panelis menyatakan nasi dari semua perlakuan jenis pengemas tidak wangi hingga agak wangi (Tabel 9).

Selama penyimpanan, aroma pada beras dapat mengalami penurunan akibat berbagai mekanisme yang berbeda, seperti pemutusan ikatan, difusi ke lingkungan, dan pembentukan senyawa volatil yang tidak diinginkan. Adams dan Kimpe (2006) melaporkan bahwa metode pengeringan pada suhu rendah dapat mempertahankan konsentrasi 2-AP. Wongpornchai *et al.* (2003) menyatakan pula bahwa selama 10 bulan penyimpanan, konsentrasi 2-AP mengalami penurunan. Namun, beras yang menggunakan metode pengeringan

suhu rendah (30°C dan 40°C) menunjukkan konsentrasi 2-AP yang lebih tinggi dan lebih sedikit konsentrasi senyawa volatil yang tidak disukai dibanding metode pengeringan lainnya. Hasil studi Tulyathan *et al.* (2008) menunjukkan bahwa selama enam bulan penyimpanan, konsentrasi 2-AP pada beras yang dikemas dengan polypropylene (PP) rata-rata 41%, sedangkan yang dikemas dengan poly propilene aluminium/linier low density poly ethylene (OPP/AI/LLDPE) vakum rata-rata 57%. Hal tersebut menunjukkan kemasan OPP/AI/LLDPE lebih baik dari PP karena memiliki *Oxygen Transmission Rate* yang rendah dan terlindung dari cahaya.

KESIMPULAN

1. Secara fisik, mutu beras semakin menurun seiring dengan makin lamanya disimpan. Komponen mutu fisik beras yang meliputi derajat putih, transparansi, dan *milling degree* juga semakin menurun dengan semakin lamanya masa simpan.

2. Dari segi warna, aroma, rasa, dan kepulenannya, beras aromatik masih layak dikonsumsi hingga bulan ketiga masa simpan. Melewati masa tersebut, beras sudah berwarna kusam, dengan aroma tidak wangi, rasa tidak disukai, dan tekstur nasi cenderung mendekati pera.
3. Kadar amilosa ketiga jenis beras aromatik yang dianalisis berkisar antara 17-22%, termasuk pulen-agak pulen.
4. Senyawa volatile yang dominan menyusun aroma beras aromatik antara lain toluene, benzene-dichloro, dan heksanal. Senyawa tersebut akan menguap dari butiran beras hingga penyimpanan bulan ketiga.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, A and N.D. Kimpe. 2006. Chemistry of 2-Acetyl-1-Pyrroline, 6-Acetyl-1,2,3,4-Tetrahydropyridine, 2-Acetyl-2-Thiazoline, and 5-Acetyl-2,3-Dihydro-4H-Thiazine: Extraordinary Maillard Flavor Compounds. American Chemical Society. Chemical. Revisi. 106. p.2299-2319.
- Ahmed, S.A., I. Borua, C.R. Sarkar, and A.C. Thakur. 1996. Volatile component (2-Acetyl-1-Pyrroline) in scented rice. In: Proceedings of the Seminar on Problems and Prospects of Agriculture Research and Development in North East India, Assam Agricultural University, Jorhat, India, 27-28 November, 1995. p.55-57.
- AOAC. 2000. Official method of analysis of the associated of official analytical chemists. International William Harwitz and G.W.Latimer Jr (Eds). Published by AOAC International, Gaithersburgh, Maryland, USA.
- Buttery, R.G., L.C. Ling, B. Juliano, and J.G. Turnbaugh. 1983. Cooked rice aroma and 2-Acetyl-1-Pyrroline. J. Agric. Food Chem. 3(1):823-828.
- Dela Cruz N.M. 2002. Rice grain quality evaluation procedures methods currently in use. In: The plant breeding, genetic, and biochemistry grain quality laboratory. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. 9p.
- Jumali, Dody D. Handoko, dan Agus Setyono. 2006. Penelitian studi bahan dan cara pengemasan terhadap daya simpan dan mutu beras. Laporan Penelitian Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Jumali, Dody D. Handoko, dan Agus Setyono. 2009. Studi bahan pengemasan pada beberapa varietas padi terhadap daya simpan dan mutu beras. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian. Inovasi Teknologi Padi untuk mempertahankan swasembada dan mendorong ekspor beras. Buku 3. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Kusbiantoro, B., D.D. Handoko, A. Setyono, S.D. Indrasari, P. Wibowo, D. Arofah, E. Tarigan, Z. Mardiah, S.D. Ardhianti, A.T. Rakhmi, dan Suhartini. 2009. Identifikasi komponen flavor dan kandungan flavor varietas dan galur harapan padi/beras aromatik. Laporan Akhir Tahun. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Laohakunjit, N. and Orapin Kerdchoechuen. 2007. Aroma enrichment and the change during storage of non aromatic milled rice coated with extracted natural flavor. J. Food Chem. 201:339-344
- Lin, C.F., R.C.Y. Hsieh, and B.J. Hoff. 1990. Identification and quantification of the popcorn-like aroma in Louisiana aromatic Della rice (*Oryza sativa*). J. Food Sci. 35:1466-1467.
- Maga, J.A. 1984. Cereal volatiles: a review. J. Agric. Food. Chem. 32:964-970.
- Meilgaard M., E.V. Civille, and B.T. Carr. 1999. Sensory evaluation techniques. 3rd ed. CRC Press. Boca Raton.
- Noomhorm, A., P. Sirisoontalarak, J. Urarichuen, and I. Ahmad. 2009. Effects of pressurized carbon dioxide on controlling *Sitophilus zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) and the quality of milled rice. Journal of Stored Products Research 45:201-205.
- Pusat Standardisasi dan Akreditasi. 1999. Standar mutu dan cara uji beras giling. Standar Nasional Indonesia (SNI), Badan Agribisnis, Departemen Pertanian, Jakarta, 5 p.
- Suherman, D. 1999. Peningkatan nilai tambah kadar prosesing produk tanaman pangan (beras). Direktorat Bina Usaha Tani dan Pengolahan Hasil, Ditjen Tanaman Pangan dan Hortikultura, Jakarta: 9p.
- Suyitno, T. 1996. Pengemasan dan pelabelan produk pangan. disampaikan pada kursus singkat keamanan pangan. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, 8-9 Juli 1996.
- Tanchotikul, U. and T.C.Y. Hsieh. 1991. An improved method for quantification of 2-Acetyl-1-Pyrroline, a "popcorn"-like aroma, in aromatic rice by high-resolution gas chromatography/mass spectrometry/selected ion monitoring. J. Agric. Food Chem. 1091(39):944-947.
- Tulyathan, V., N. Srisupattarawanich, and A. Suwanagul. 2008. Effect of rice flourcoating on 2-Acetyl-1-Pyrroline and n-hexanal in brown rice cv. Jao Hom Supanburi during storage. J. Postharvest Biology and Technology 47:367-372.
- Wongpornchai, S., T. Sriseadka, and S. Choonvisase. 2003. Identification and quantization of the rice aroma compound, 2-Acetyl-1-Pyrroline in bread flowers (*Vallis glabra* Ktze). J. Agric. Food Chem. 51:457-462.
- Www.thegoodscentscompany.com/data/rw11583501.html.2-Acetyl-1-Pyrroline. Diakses 14 Desember 2010.